ISSN [e] 2244-8888

Pittieria
44
ENERO-DICIEMBRE 2020 *págs. 56-74*

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MORFOMÉTRICA DEL POLEN DE *LATHYRUS MERIDENSIS* PITTIER

MORPHOMETRIC AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE POLLEN OF LATHYRUS MERIDENSIS PITTIER

por

BENITO BRICEÑO[1](†), FERNANDO GARCÍA[2] y GUILLERMO BIANCHI[3]

1 Laboratorio de Fitobiotecnología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Los Andes. Mérida 5101. Venezuela.
benitobric@gmail.com
2 Departamento de Botánica y Ciencias Básicas. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Universidad de Los Andes. Mérida 5101, Venezuela.
fernandogarciasaab@gmail.com
3 Laboratorio de Ecología de Insectos. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Los Andes. Mérida 5101, Venezuela.
gbianchi@ula.ve, gbianchip@gmail.com

RECIBIDO: AGOSTO 05 DE 2020 / **ACEPTADO:** DICIEMBRE 04 DE 2020

RESUMEN

Como un aporte al conocimiento de la flora palinológica de Venezuela, se describen las características morfológicas y morfométricas del polen de *Lathytus meridensis*, tanto del ejemplar tipo como de siete exsiccatas colectadas en los Andes de Mérida y Trujillo. Las muestras fueron examinadas utilizando microscopio óptico y microscopía electrónica de barrido, siguiendo la metodología estándar. Mediante un ACP se redujo la estructura de la matriz correlación de los caracteres palinológicos cuantitativos a tres componentes, que explican el 68,75% de la varianza total. Los granos de polen son trizonocolporados, prolados (50,44 ± 1,98 x 34,00 ± 1,45 µm, EP/EE= 1,49 ± 0,08), tamaño mediano a grande (42-55 µm), longitud del colpo (40,13 ± 2,57 µm), ancho del colpo (7,58 ± 1,01 µm), eje longitudinal del poro (6,39 ± 1,17 µm), eje transversal del poro (8,57 ± 1,02 µm). Estos atributos coinciden con los de los granos de polen Tipo *Lathyrus* de Turquía, pero a diferencia de éstos, el polen de *L. meridensis* es de mayor tamaño, presentar endoaberturas pequeñas, apocolpio subpsilado, ornamentación rugulada, con rúgulas bien definidas y prominentes en el mesocolporo. Los caracteres palinológicos cuantitativos de mayor interés diagnósticos son el alto y ancho del colpo, el eje longitudinal y transversal del poro y el ancho del mesocolporo. El espesor de la exina no proporciona información relevante para la caracterización morfométrica del polen Tipo *Lathyrus*. El único atributo de valor taxonómico que posee la exina es la ornamentación.

PALABRA CLAVE: *Notolathyrus*, Fabaceae, Leguminosae, páramo, Andes, Venezuela.

ABSTRACT

As a contribution to the knowledge of the palynological flora of Venezuela, the morphological and morphometric characteristics of *Lathytus meridensis* pollen are described, based on the type specimen and seven exsiccates collected in the Andes of Merida and Trujillo. These samples were examined using an optical microscope and scanning electron microscopy, following the standard methodology. An ACP reduced the structure of the matrix correlating quantitative palynological characteristics to three components, which accounted for 68.75% of the total variance. Pollen grains are 3-zonocolporate, prolate, medium to large-sized (42-55 µm), colpus length (40.13 ± 2.57 µm), colpus width (7.58 ± 1.58 01 µm), the longitudinal axis of the pore (6.39 ± 1.17 µm), cross-axis of the pore (8.57 ± 1.02 µm). These atributes coincide with pollen grains from the Turkish *Lathyrus* type, but *L. meridensis* pollen is larger, presenting small, endo-openings, subpsilated apocolpium, rough ornamentation, with well-defined and prominent rugulae in the mesocolpore. The quantitative palynological characteristics of greater diagnostic interest are the colpus length, colpus width, the longitudinal and cross-axis of the pore e, and the mesocolpore width. The exine thickness the does not provide relevant information for the morphometric characterization of *Lathyrus* type pollen. Ornamentation is the only taxonomically valuable attribute that the exina possesses.

KEY WORDS: *Notolathyrus*, Fabaceae, Leguminosae, páramo, Andes, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Lathyrus (Tourn.) L. es el género más grande e importante desde el punto de vista económico de la tribu Fabeae (Adans.) DC., grupo Fabaceae o Leguminosae subfamilia Faboideae (Gunn 1969) o Papilionoideae (Koenen *et al.* 2020). Este género generalmente se encuentra en regiones mesofíticas de bosques abiertos, orillas de bosques, márgenes de carreteras de litoral, montañas y son tolerantes a la sequía. Las especies, en general, son alimenticias, forrajeras, ornamentales, nitrificadoras y estabilizadoras de suelos, productoras de semillas importantes para la agricultura y modelo de organismo para investigaciones genéticas y ecológicas (Polhill 1981).

El género presenta un predominante modelo de distribución extra-tropical en los Hemisferios Norte, Sur, con 170-200 especies anuales o perennes (Lewis *et al.* 2005, ILDIS 2010) dispersas a través del Hemisferio Norte con centro primario de diversidad en la base Mediterránea temporalmente seca y la vecina región Oeste Irano-Turaniana. El centro secundario de diversidad son las regiones de Norte América y zonas templadas de Sur América (Bässler 1980, Kupicha 1983, Kenicer 2008). Unas pocas especies crecen también en el trópico y tierras a menudo montañosas del Este de África (Senn 1938, Davis 1988, Heywood 1978, Kenicer *et al.* 2005). Existen especies endémicas en todos los continentes excepto en Australia y la Antártida (Kupicha 1981). Britton & Brown (1913) informan alrededor de 110 especies de *Lathyrus* para América, muchas de ellas sinónimos (*Tropicos* 2019, *The Plant List* 2020), de las cuales 35 se notifican para Norte América, aproximadamente 25 especies para Argentina (Burkart 1952, Rossow 1982), 9 en Brasil (Martius 1862) y 3 en Perú (Macbride 1943). Burkart (1966) y Kupicha (1983) sugirieron que estas especies se dispersaron en la región desde Norte América vía los Andes a través del istmo de Panamá e incipiente orogenia Andina (Asmussen & Liston 1988, Burham & Graham 1999). Empero, Kenicer *et al.* (2005) propusieron que hubo una dispersión directa, desde Eurasia, muy probablemente como semillas flotantes en el mar o una posible dispersión de Eurasia a Norte América con la subsecuente dispersión a Sur América seguida por una extinción del linaje en Norte América, hipótesis difícil de comprobar por ausencia de *Lathyrus* fósiles en Norte América. Debido a estos probables orígenes Kupicha (1983) propone la sección *Notolathyrus* para Sur América.

En los páramos de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela crecen tres especies de *Lathyrus* hasta 4000 m snm (Sklenář *et al* 2005; Luteyn 1999). *Lathyrus meridensis* Pittier está referida a Colombia por García & Forero (1980) como planta bejucosa muy difusa. En Venezuela es considerada como especie en peligro de extinción, pues desde 1938 son escasas o inexistentes las colecciones (Llambie *et al.* 2014). Se ha colectado a 2450 m snm y en los páramos de Mérida y Trujillo entre 3000-3500 m snm (Briceño & Morillo 2002; Hockche *et al.* 2008).

Las especies americanas del género *Lathyrus* están agrupadas en la Sección *Notolathyrus* (Kupicha 1983, Kenicer *et al.* 2005) que presenta como atributos: folíolos estrechamente elipsoidales y venas paralelas; flores con estilos espatulados, hirsuto a lo largo del lado interno, estigmas divididos y semillas en los frutos semiseptados.

Con respecto a los granos de polen, Ferguson (1985) señala que la estratificación de la exina y estructura de las aperturas son caracteres muy importantes para separar categorías tribales y genéricas en las Fabaceae. Sin embargo, en el género *Lathyrus*, por ser un taxón euripalinológico, la mayoría de las especies presentan granos de polen con muchas variaciones morfológicas. En general, los granos de polen de la subfamilia Faboideae son: mónadas, isopolares,

radialmente simétricos, tricolpados o tricolporados, en algunas ocasiones colpados o porados; subesferoidales a prolatos y de tamaño mediano a grande. Ámbito triangular convexo hasta circular trilobado. Colpos largos, angostos con membranas abertural granulada, margen y costillas presente en algunos casos; endoabertura lalongada o lolongada de contorno circular a elípticas. Exina de espesor variable, tectada, semitectada o micro-reticulada (Jiménez 1996, Romero *et al*. 2007, El-Sayed *et al*. 2010).

Por otra parte, las observaciones con microscopio electrónico de barrido muestran que los caracteres palinológicos atribuidos a la subfamilia y los que tipifican al género *Lathyrus* son: granos prolatos a esferoidales, ámbito en vista polar circular o subcircular; colpos estrechos, margen psilado; sexina tectada, perforada, reticulada en el resto del grano, retículo heterobrochado (Forcone *et al*. 2006; Günes & Aytug 2010).

En este trabajo se describe el grano de polen de *L. meridensis* mediante la evaluación de las características morfológicas y morfométricas del mismo y se muestra la estructura de correlación existente entre los caracteres palinológicos cuantitativos como aporte al conocimiento de la flora palinológica y la sistemática de la subfamilia Papilionoideae en nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los granos de polen de flores de material seco de colecciones del Herbario Nacional de Venezuela de la Universidad Central de Venezuela, VEN, y del Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad de Los Andes, MER, las siglas de los herbarios según Thiers (2011), así como de material fresco colectados en diferentes zonas de los estados Mérida y Trujillo.

MATERIAL EXAMINADO

Se examinan granos de polen del ejemplar tipo y de siete exsiccatas de esta especie, depositadas en el Herbario Nacional de Venezuela y en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (CUADRO 1). Para la escritura correcta del nombre científico y sinonimia se tuvo en cuenta *Tropicos* (2019), IPNI Query (2019) y el Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela (Hockche *et al.* 2008).

Lathyrus meridensis Pittier. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. 4: 345-347. 1938.

TIPO: Venezuela: Mérida: Mucurubá, quebrada del pueblo en declives y pedregales muy pendientes, asoleados y secos, (floris), 2700-2800 m snm, 27/6/1930, W. Gehriger 264 (holotipo VEN).

Las muestras consistieron en granos de polen provenientes de botones florales cercanos a la antesis, de ramificaciones diferentes de un mismo espécimen, para evitar contaminación con polen de otras especies.

OBSERVACIÓN EN EL MICROSCOPIO ÓPTICO Y ELECTRÓNICO

Los granos de polen fueron tratados empleando el procedimiento de acetólisis de Erdtman (1986) sin modificaciones. Se montaron en gelatina glicerinada y se sellaron con parafina. De cada una de las tres láminas preparadas por colección, se procedió a observar diez granos de polen (30 por ejemplar) con un microscopio óptico (MO), modelo AXIOSKOP, original Carl Zeiss con cámara MOTICAM 480 en interface con una laptop HP. Las medidas cuantitativas de los caracteres palinológicos, expresadas en micrómetros, y las microfotografías se realizaron a 1000 aumentos.

En el CUADRO 2 se presentan los caracteres palinológicos evaluados en cada colección. Los intervalos del cociente eje polar / eje ecuatorial

CUADRO 1. Exsiccatas estudiadas depositadas en el Herbario Nacional de Venezuela (VEN) y en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (MER).

País, Estado, Municipio	Colector, Número de colección y Herbario	Lugar	Coordenadas	Altitud (msnm)	Fecha de colección
Venezuela, Mérida, No se indica localidad exacta	A, Jahn 1117 (VEN)	Chachopo, Páramo de Santo Domingo, flores (sin abrir).	—-	3000	14/9/1922
Venezuela, Mérida, Libertador	B. Trujillo. 7855 (VEN)	El Valle, cerca de la Ciudad de Mérida, sobre rocas.	—-	2450	30/8/1957
	B. Briceño, E. Bencomo & J. Briceño 5760 (MER)	Entre Hotel Valle Grande y la Culata margen izquierdo de la carretera hacia La Culata, sector La Vergara.	08° 48,95'N, 70° 44,01'O.	2395	15/7/2014
Venezuela, Mérida, Rangel	B. Briceño, E. Bencomo, F. García & J. Briceño 5717 (MER)	Páramo Gavidia, margen derecho de carretera en dirección hacia el Pueblo de Gavidia.	08° 40,860'N, 70° 56,915'O.	3287	30/7/2013
	B. Briceño, E. Bencomo & J. Briceño 5728 (MER)	Páramo Gavidia, en margen derecho e izquierdo de carretera en dirección hacia el Pueblo de Gavidia.	08° 41,574'N, 70° 56,330'O.	3277	22/8/2013
	B. Briceño, E. Bencomo, F. García & J. Briceño 5771 (MER)	Páramo Gavidia, márgenes de la carretera en dirección hacia el Pueblo de Gavidia.	08°41,574'N, 70° 56,330'O.	3254	13/8/2014
Venezuela, Trujillo, Urdaneta	B. Briceño, E. Bencomo, F. García & J. Briceño 5618 (MER)	Páramo La Reinosa, arriba Mesa de Esnujaque, camino a Laguna La Estrella, sector La Cerquita.	08° 59,086'N, 70° 41,288'O.	3199	28/7/2012

empleados para determinar la forma del grano de polen corresponden a los empleados por Mambrín *et al.* (2010).

Para realizar las observaciones con microscopio electrónico de barrido (MEB), los granos de polen no acetolizados se sumergieron en una mezcla de glutaraldehido al 2,5%, cuyo efecto fue amortiguado con cacodilato de sodio 0,1 mol/l y pH 6,3 por 24 horas a 4 °C, lavados con agua destilada y posteriormente con etanol absoluto, montados en una cinta doble adherente sobre un portamuestra y metalizados con oro/paladio en relación 9:1, hasta un espesor aproximado de 15 nm. (Ascensão *et al.* 2005). Las fotomicrografías fueron realizadas en un microscopio electrónico de barrido HITACHI S-50 a 20-25 kv, con la finalidad de estudiar los atributos cualitativos del polen como aberturas, estructuras y ornamentación de la exina y forma del grano de polen

Es conveniente destacar que las diferencias en el tratamiento del polen para las observaciones en entre ambos tipos de microscopios,

CUADRO 2. Caracteres palinológicos evaluados en cada colección.

Variables Cuantitativas (mm)	Abreviatura
Eje Polar	EP
Eje Ecuatorial	EE
Cociente entre eje polar y eje ecuatorial	EP/EE
Longitud de colpo	LC
Ancho de colpo	AC
Eje Longitudinal del Poro	ELP
Eje Transversal del Poro	ETP
Ancho del Mesocolporo	AMC:
Espesor de exina	Exina

Variable Cualitativa	Categorías	Rango (EP/EE)
Forma[1]	0: Subesferoidal: Prolato Esferoidal	[1,01-1,14]
	1: Subesferoidal: Subprolato	[1,15-1,33]
	2: Prolato	[1,34-2,00]

[1] Tomado de Mabrín et al. 2010

óptico y electrónico de barrido, hacen que las medidas obtenidas por estos métodos no sean comparables (Orsini *et al.* 2006). La terminología palinológica utilizada es la propuesta por Punt *et al.* (2007), complementada por Sáenz de Rivas (1978), Moore & Webb (1978) y Barth & Melhem (1988).

ANÁLISIS DE DATOS

Los caracteres palinológicos cuantitativos evaluados se describen a partir de la media aritmética, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos estimados para cada una de las colecciones de *L. meridensis* estudiadas (Sokal & Rohlf 2012). Los cuartiles de los caracteres palinológicos de las colecciones estudiadas se representan mediante gráficos de caja y bigotes. Para reducir la dimensión de la matriz de correlación se utilizó un análisis de componentes principales (Pla 1986). Al realizar un ACP de forma exploratoria o descriptiva no se requiere que los datos sigan distribución normal; lo único necesario es que las variables sean cuantitativas y que las correlaciones subyacentes sean lineales (Balzarini *et al.* 2015). Sin embargo, la presencia de valores atípicos en los datos puede distorsionar la matriz de covariancias muestrales y conducir a conclusiones erradas (Sapra 2010, Bussi *et al.* 2014). Se muestra la varianza explicada por cada uno de los componentes principales, la estructura y la comunalidad de los tres componentes con mayor valor propio, así como la representación de los caracteres palinológicos y de individuos que representan a los granos de polen de las ocho colecciones examinadas en los planos factorial correspondiente a los componentes 1,2; 1,3 y 2,3. Los cálculos y gráficos fueron desarrollados con los paquetes FactoMineR, factoextra y ggplot2 de R-projects (Le *et al.* 2008, Wickham 2016, Kassambara & Mundt 2020, R Core Team 2020). Mediante el paquete MVN (Korkmaz *et al.* 2014) se efectuó la transformación de Box-Cox a los datos, se eliminaron valores atípicos y seleccionaron los atributos palinológicos cuantitativos

de mayor interés para futuros trabajos comparativos, que garanticen la normalidad multivariante. Para ello se corrieron los 64 modelos que se pueden construir con los 7, 6, 5 y 4 caracteres palinológicos disponibles y se escogieron los modelos que eliminan el menor número de valores anómalos y garantizan la normalidad multivariante, evaluada con los test de Mardia de asimetría y curtosis .

RESULTADOS

Las observaciones del material microfotográfico de las FIGURAS 1 Y 2 se articulan sobre ejemplares de cuatro colecciones, por presentar mejores atributos palinológicos.

OBSERVACIONES EFECTUADAS EN EL MICROSCOPIO ÓPTICO (MO)

Los granos de polen son mónadas, isopolares, radialmente simétricos, trizonocolporados, con extremos redondeados (FIGURA 1: A, D, G, J). Prolatos (50,44 x 34,00 µm, EP/EE=1,49), de tamaño mediano a grande (25-51 µm). Contorno en vista polar, subcircular a semiangular, trilobado – fosaberturado (FIGURA 1: B, E, H, K, CUADRO 3). Ectoaberturas-colpos en vista ecuatorial lineriformes, con engrosamientos a la altura de las endoaberturas formando costillas (FIGURA 1: D, I, J), bordes de los márgenes bien delimitados y constrictos ecuatorialmente (FIGURA 1G), con extremos agudos, abiertos hacia el lado apocolpial. Endoaberturas-poros lalongados, de contornos circular (7 µm de

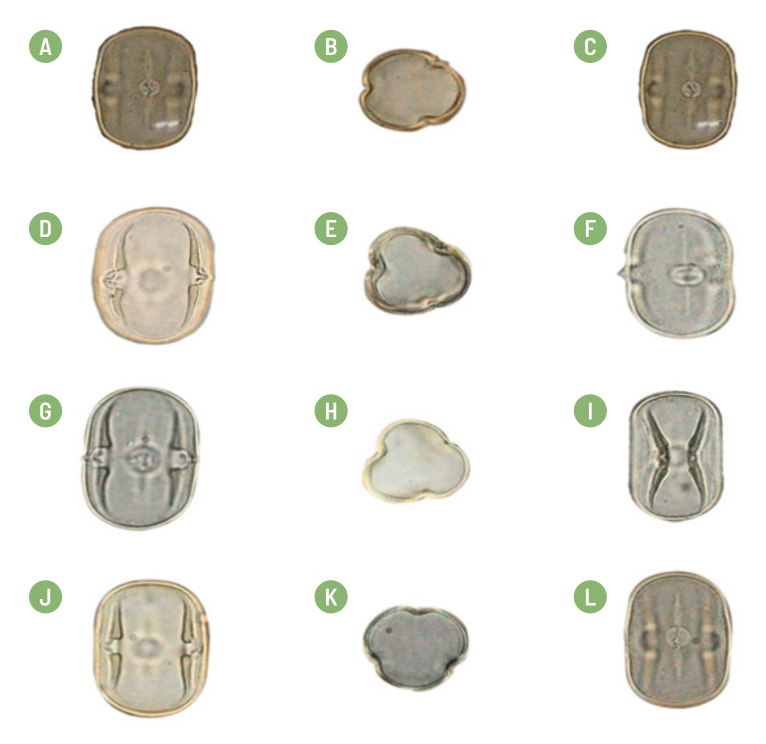


FIGURA 1. **A-L.** Polen de *Lathyrus meridensis*. **A.** Vista ecuatorial, alto foco; **B.** Vista polar, corte óptico; **C.** Endoabertura de contorno circular (de W. Gehriger 264); **D.** Vista ecuatorial, alto foco; **E.** Vista polar, contorno subcircular; **F.** Endoabertura de contorno elíptico (de B. Trujillo7855); **G.** Vista general del grano; **H.** Vista polar, espesor de exina; **I.** Colporos, la flecha señala la costilla (de B. Briceño et al. 5618); **J.** Vista ecuatorial, alto foco; **K.** Vista polar, corte óptico; **L.** Contorno circular de la endoabertura (de B. Briceño et al. 5771) Barra = 10 µm x 1,58 (factor de conversión, cámara – MO), para todas las fotos. Granos acetolizados.

diámetro) o elíptico (8,57 ± 1,02 µm de ancho por 6,39 ± 1,17 µm de longitud). Mesocolporo 17,22 ± 1,46 µm. Exina tectada, suprarúgula-faveolada hasta suprarúgula-fosulada en vista ecuatorial, 1,08 ± 0,25 µm de espesor, del mismo grosor en todo el mesocolporo. Sexina y nexina ligeramente iguales en grosor, ambas espesándose en la región oral, la primera hacia afuera y la segunda hacia adentro del grano (FIGURA 1B).

En la FIGURA 3 se representa mediante gráficos de caja y bigotes los valores correspondientes a los caracteres palinológicos cuantitativos evaluados, para cada colección examinada. Adicionalmente a los cuartiles correspondientes, se observa una gran cantidad valores atípicos (*outlier*), en las variables eje polar, eje ecuatorial, cociente entre eje polar y eje ecuatorial, en el largo del colpo y ancho del mesocolporo.

Asimismo, el gráfico correspondiente al espesor de la exina muestra un comportamiento atípico, donde los valores de cinco de las ocho colecciones se comportan como una constante (variable aleatoria degenerada) y los valores correspondientes a las restantes colecciones presentan una marcada asimetría positiva. Esto se debe en parte a la dificultad inherente a la medida debido a que el espesor de la exina es relativamente pequeño y es muy variable en el grano de polen.

OBSERVACIONES EFECTUADAS EN EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (MEB)

Tectum ondulado, bien diferenciado, con perforaciones faveoladas hasta fosuladas, dispuestas más o menos en forma irregular (FIGURA 2: C, L); columela simple, con elementos uniformemente distribuidos. Superficie supratectal con ornamentación subpsilada hacia el área del apocolpio (FIGURA 2: B, E, H), rugulada en el resto del grano. Ectoaberturas-colpos con márgenes y membranas con gránulos los cuales, en algunas ocasiones, están parcialmente fusionados e interrumpidos por cortos puentes de sexina (FIGURA. 2I). Rúgulas bien definidas (FIGURA. 2C), prominentes en el mesocolporo y difusas en el área apolcopial; muri de paredes lisas, bordes planos, hasta 0,65 µm de ancho, con perforaciones en las bases y bordes; las rugas en los márgenes de las aberturas aumentan de tamaño y abruptamente son más anchas formando arcos (FIGURA. 2: G, I).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

La matriz de coeficientes de correlación lineal de Pearson de los caracteres palinológicos cuantitativos evaluados, se muestra en el CUADRO 4. En ella se observa dos grupos de variables con una correlación significativa. El primer grupo está conformado por el largo del colpo, el eje polar, el eje ecuatorial y evidentemente el coeficiente entre el eje polar y el eje ecuatorial, que surge como una combinación lineal entre estas dos variables. En el segundo grupo se encuentra el ancho del colpo, eje longitudinal del poro, eje transversal del poro, ancho del mesocolporo y el espesor de la exina. Existe una correlación lineal altamente significativa, r=0,998, entre el ancho del colpo y el eje longitudinal del poro.

El análisis de componentes principales, en donde se excluyen a priori el coeficiente entre el eje polar y el eje ecuatorial, por ser una combinación lineal, así como el espesor de la exina por la gran asimetría y la imprecisión en la medida que presenta esta variable, permite reducir la estructura de la matriz de correlación a tan solo tres componentes principales, vectores propios cuyos valores propios estandarizados son mayores a la unidad (CUADRO 5). En conjunto recogen el 68,75% de la varianza total.

El primer componente principal surge como una combinación lineal, donde el mayor peso lo tienen las variables ancho del colpo, eje lon-

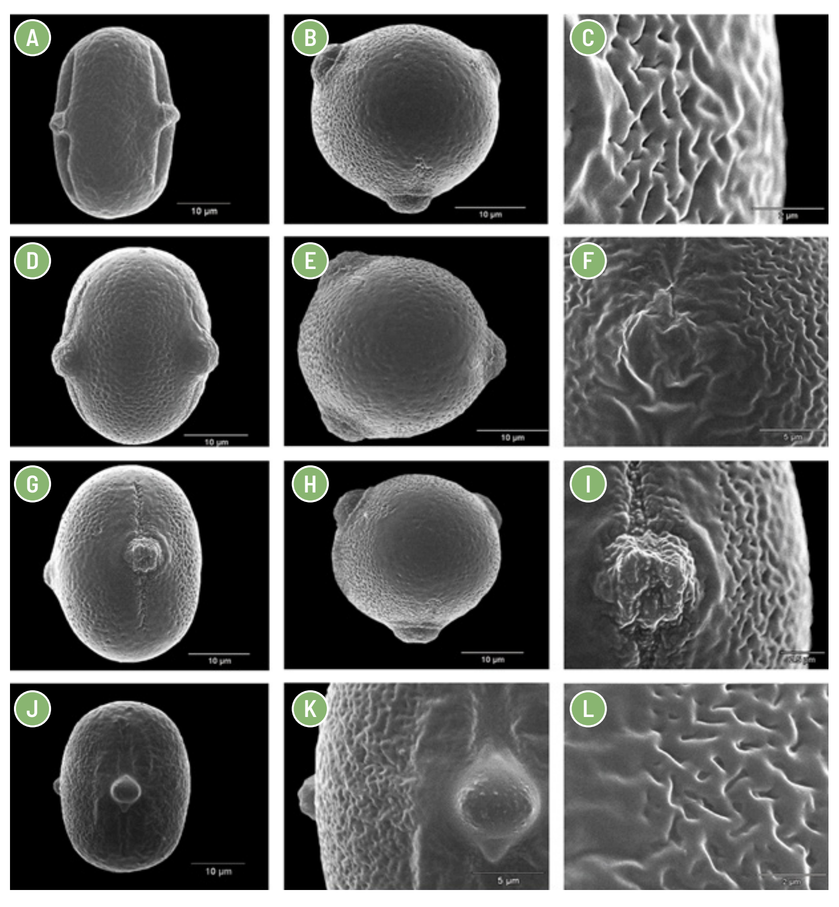


FIGURA 2. A-L. Polen de *Lathyrus meridensis*. A. Vista ecuatorial, colporos; B. Vista polar, apocolpio; C. Rúgulas con perforaciones faveoladas (de W. Gehriger 264). D. Vista ecuatorial, mesocolporo; E. Vista polar; F. Endoabertura circular (de B. Trujillo 7855); G. Vista ecuatorial; H. Vista polar; I. Rúgulas formando arcos (de B. Briceño et al. 5618); J. Vista ecuatorial; K. Endoabertura elíptica; L. Rúgulas con perforaciones fosuladas (de B. Briceño et al. 5771). Grano no acetolizados.

gitudinal del poro y eje transversal del poro. Su estructura se puede interpretar como una medida del tamaño del poro. El segundo componente es un promedio ponderado en el cual las variables longitud del colpo, eje polar y eje ecuatorial presentan los mayores pesos, por lo que recoge información del tamaño del grano de polen. Por su parte, en el tercer componentes prevalece el ancho del mesocólporo, la longitud del colpo y el eje transversal del poro, por lo que describe las aberturas en la superficie del gran de polen (FIGURA 4, CUADRO 6). Los restantes componentes recogen un porcentaje de varianza no significativo, por lo que no son interpretados.

Al evaluar la comunalidad de cada una de las variables podemos observar que el ancho del colpo es la variable mejor representada en la proyección de los tres componentes principales, con un valor de 0,962, mientras que de la longitud del eje polar solo recoge una fracción equivalente a 0,452 de su variabilidad (CUADRO 7).

CUADRO 3. Características morfométricas de los granos de polen de las colecciones de *Lathyrus meridensis* examinadas (media aritmética ± desviación estándar, valor mínimo – valor máximo)

Colección	EP (µm)	EE (µm)	EP/EE	Forma	LC (µm)	AC (µm)	ELP (µm)	ETP (µm)	AMC (µm)	Exina (µm)
W. Gehriger 264 VEN	51,57±1,29 50-54	33,83±0,87 31-36	1,53±0,05 1,44-1,61	Prolato	39,50±0,94 38-41	6,60±0,77 5-8	6,47±0,68 5-8	7,60±0,77 6-9	17,38±1,03 14-20	1±0 1-1
A. Jahn 1117 VEN	50,23±1,83 46-55	34,10±1,85 31-39	1,48±0,10 1,18-1,63	Prolato	40,52±2,62 35-45	8,47±0,82 7-10	7,77±0,73 6-9	9,47±0,82 8-11	16,42±1,72 11-19	1,25±0,36 1-2
B. Trujillo 7855 VEN	49,80±2,73 42-54	33,80±0,93 32-35	1,47±0,08 1,27-1,61	Prolato	40,90±2,16 38-46	7,17±0,91 5-9	5,30±0,70 4-8	8,17±0,91 6-10	17,30±0,70 16-18	1±0 1-1
B. Briceño et al. 5618 MER	50,15±1,82 46-55	33,95±2,10 30-39	1,48±0,10 1,18-1,67	Prolato	40,60±2,61 35-46	8,33±0,88 7-10	7,63±0,72 6-9	9,33±0,88 8-11	16,35±1,76 11-19	1,35±0,43 1-2
B. Briceño et al. 5717 MER	49,55±2,06 43-52	33,28±1,69 30-36	1,49±0,09 1,31-1,68	Prolato	37,65±2,26 32-42	7,23±0,82 6-9	6,40±0,97 5-9	8,23±0,82 7-10	17,93±1,80 14-22	1,07±0,21 1-2
B. Briceño et al. 5728 MER	50,48±1,79 46-54	33,89±1,16 31-36	1,49±0,06 1,31-1,58	Prolato	38,33±1,93 35-42	7,77±0,68 7-9	5,30±0,47 5-6	8,77±0,68 8-10	18,00±1,21 15-20	1±0 1-1
B. Briceño et al. 5760 MER	50,53±1,25 46-52	34,20±1,19 31-36	1,48±0,07 1,31-1,65	Prolato	40,03±0,93 38-42	7,87±0,94 6-9	5,67±0,96 4-9	8,83±0,99 7-10	16,87±1,17 14-18	1±0 1-1
B. Briceño et al. 5771 MER	51,22±2,07 46-55	34,93±0,87 33-37	1,47±0,07 1,35-1,62	Prolato	43,47±1,93 38-48	7,20±0,76 6-9	6,60±0,72 5-8	8,20±0,76 7-10	17,50±1,04 16-20	1±0 1-1
Valores para las colecciones examinadas(1)	50,44±1,98 42-55	34,00±1,45 30-39	1,49±0,08 1,18-1,68	Prolato	40,13±2,57 32-48	7,58±1,01 5-10	6,39±1,17 4-9	8,57±1,02 6-11	17,22±1,46 11-22	1,08±0,25 1-2

EP: Eje polar. EE: Eje ecuatorial. EP/EE: Cociente entre eje polar y eje ecuatorial. LC: Longitud de colpo. AC: Ancho de colpo. ELP: Eje Longitudinal del Poro. ETP: Eje Transversal del Poro. AMC: Ancho del Mesocolporo. Exina: Espesor de exina. (1) Se incluyen todos los granos de polen examinados.

CUADRO 4. Matriz de coeficientes de correlación lineal de Pearson de los caracteres palinológicos en *Lathyrus meridensis*. Coeficiente de correlación y significancia bilateral.

Variable	EP	EE	EP/EE	LC	AC	ELP	ETP	AMC	Exina
EP: Eje Polar (µm)	1	0,117 0,070	0,626 0,000	0,233 0,000	-0,042 0,514	-0,043 0,504	0,000 0,996	0,162 0,012	-0,025 0,696
EE:Eje Ecuatorial (µm)	0,117 0,070	1	-0,698 0,000	0,231 0,000	0,092 0,156	0,094 0,145	0,022 0,732	0,235 0,000	0,046 0,482
EP/EE: Cociente entre eje polar y eje ecuatorial	0,626 0,000	-0,698 0,000	1	-0,014 0,827	-0,097 0,136	-0,099 0,126	-0,001 0,989	-0,082 0,204	-0,040 0,534
LC: Longitud del Colpo (µm)	0,233 0,000	0,231 0,000	-0,014 0,827	1	0,023 0,726	0,023 0,725	0,097 0,133	-0,014 0,826	0,160 0,013
AC: Ancho del Colpo (µm)	-0,042 0,514	0,092 0,156	-0,097 0,136	0,023 0,726	1	0,998 0,000	0,318 0,000	-0,161 0,013	0,239 0,000
ELP: Eje Longitudinal del Poro (µm)	-0,043 0,504	0,094 0,145	-0,099 0,126	0,023 0,725	0,998 0,000	1	0,318 0,000	-0,160 0,013	0,240 0,000
ETP: Eje Transversal del Poro (µm)	0,000 0,996	0,022 0,732	-0,001 0,989	0,097 0,133	0,318 0,000	0,318 0,000	1	-0,214 0,001	0,435 0,000
AMC: Ancho de Mesocolporo (µm)	0,162 0,012	0,235 0,000	-0,082 0,204	-0,014 0,826	-0,161 0,013	-0,160 0,013	-0,214 0,001	1	-0,223 0,001
Espesor de la Exina (µm)	-0,025 0,696	0,046 0,482	-0,040 0,534	0,160 0,013	0,239 0,000	0,240 0,000	0,435 0,000	-0,223 0,001	1

CUADRO 5. Varianza explicada por cada componente principales de la matriz de correlación de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *Lathyrus meridensis*.

Componente	Valor propio	Varianza explicada	
		Porcentajede varianza	Porcentaje acumulado
1	2,252	32,166	32,166
2	1,487	21,240	53,406
3	1,074	15,344	68,750
4	0,849	12,135	80,885
5	0,743	10,614	91,499
6	0,593	8,472	99,971
7	0,002	0,029	100

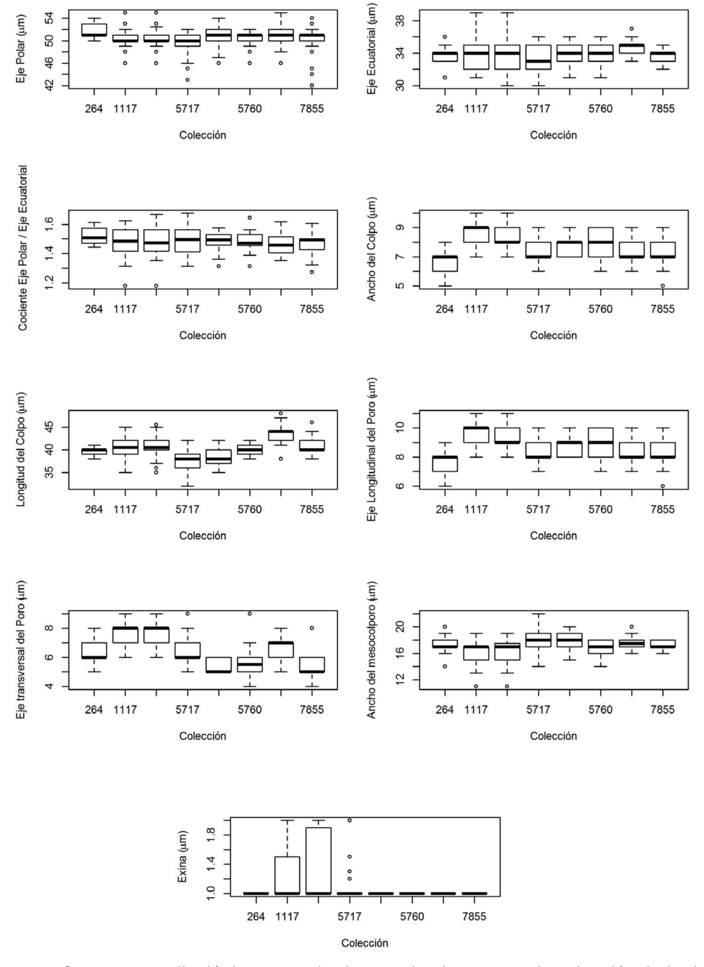


FIGURA 3. Caracteres palinológicos cuantitativos evaluados para cada colección de *Lathyrus meridensis*. Los círculos y asteriscos asociados a un número corresponden a valores atípicos.

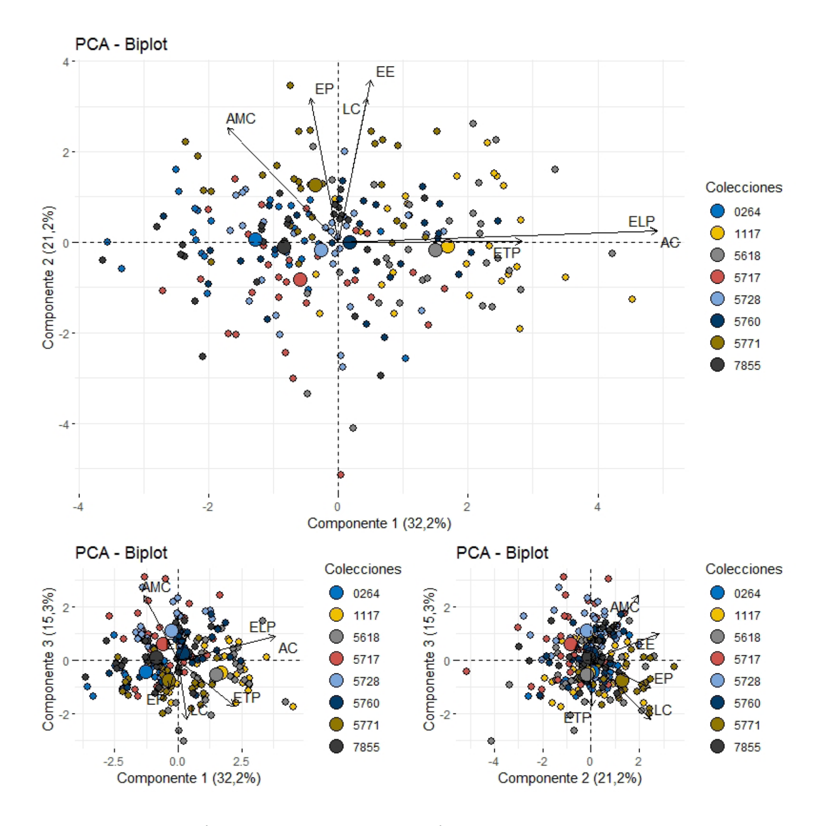


FIGURA 4. Proyección de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *Lathyrus meridensis* sobre el plano conformado por los componentes principales 1 y 2.

CUADRO 6. Estructura de los tres componentes principales de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *Lathyrus meridensis*.

Características morfométricas	Componente		
	1	2	3
Ancho del Colpo (µm)	0,953	0,048	0,227
Eje Longitudinal del Poro (µm)	0,953	0,049	0,228
Eje Transversal del Poro (µm)	0,549	0,004	-0,427
Longitud del Colpo (µm)	0,083	0,616	-0,543
Ancho del Mesocolporo (µm)	-0,331	0,488	0,603
Eje Polar (µm)	-0,083	0,616	-0,255
Eje Ecuatorial (µm)	0,097	0,695	0,255

CUADRO 7. Comunalidad de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *Lathyrus meridensis* en el Análisis de Componentes Principales.

Variable	Extracción
Ancho del Colpo (µm)	0,962
Eje Longitudinal del Poro (µm)	0,963
Eje Transversal del Poro (µm)	0,483
Longitud del Colpo (µm)	0,682
Ancho del Mesocolporo (µm)	0,712
Eje Polar (µm)	0,452
Eje Ecuatorial (µm)	0,558

A continuación se presentan las proyecciones de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *L. meridensis* y de la nube de puntos correspondientes a las observaciones de cada uno de los granos de polen evaluados de las ocho colecciones en los biplot correspondientes a primer-segundo componente, primer-tercer componente, y segundo-tercer componente resultantes del análisis de componentes principales, respectivamente.

Al emplear el paquete MVN de R projects, con la transformación de Box-Cox, se obtienen dos conjuntos de caracteres palinológicos equivalentes en sus propiedades, que excluyen al 10% de las observaciones por presentar valores anómalos, que garantizan normalidad multivariante para futuros estudios. El primer conjuntos de caracteres palinológicos están formados por el ancho del colpo, el ancho del mesocolporo, la longitud del colpo y el eje transversal del poro . El segundo grupo lo conforman el eje longitudinal del poro, el ancho del mesocolporo, la longitud del colpo y eje transversal del poro. La alta correlación existente entre el ancho del colpo y el eje longitudinal del poro hace que la matriz de correlación sea singular, por lo que no tiene sentido emplear ambas variables en estudios que requieran normalidad multivariante.

DISCUSIÓN

Los atributos cualitativos observados al microscopio óptico y electrónico de barrido en los diferentes granos de polen de las exsiccatas de *L. meridensis* muestran uniformidad entre ellas, con el holotipo y poseen características semejantes a los descrito por Jiménez (1996); Romero *et al.* (2007) y por El-Sayed *et al.* (2010) para la subfamilia *Faboideae*. Se diferencia de lo descrito por Forcone *et al.* (2006) y Günes & Aytug (2010) para el género *Lathyrus* por poseer: contorno en vista polar subcircular a semiangular; en vista ecuatorial exina tectada, suprarugula-faveolada hasta suprarugula fosulada; tectum ondulado, con perforaciones faveoladas hasta fosuladas, dispuestas más o menos en forma irregular; superficie supratectal subpsilado hacia el área del apolcopio, rúgulado en el resto del grano.

Aytug (1959) menciona que la morfología del polen no es afectada por las condiciones ambientales por lo que características como forma, número y localización de la apertura en el grano y ornamentación de la exina, han sido utilizadas como diagnóstico en las investigaciones taxonómicas. Esta afirmación se confirma en las colecciones estudiadas, pues a pesar de provenir de diferentes localidades y fechas de colecta los atributos cualitativos y cuantitativos son similares.

En América no se han estudiado las características del polen de las especies de *Lathyrus* autóctonas. La información disponible proviene de especies foráneas de Europa-Asia, así: pertenecientes a la sección *Lathyrus*: *L. hirsutus* L. (Günes 2012; Günes & Cirpici 2010; Kahraman et. al. 2012), *L. latifolius* L. (Forcone *et al.* 2006, Villanueva 2008; Avila Santa Cruz 2009), *L. odoratus* L. (De Leonardis & Zizza 1994; Avila Santa Cruz 2009, El-Sayed *et al.* 2010), *L. roseus* Stev. (Kahraman et. al. 2012), *L. rotundifolius* Willd., *L. sativus* L. (Günes 2012), *L. sylvestris* L. (Günes & Cirpici 1998; Tosheva et al. 2004) *L. tuberosus* L. (Günes & Aytug 2010; Günes 2011; Kahraman *et. al.* 2012) y *L. pratensis* L. (Günes & Aytug 2010; Kahraman et. al. 2012); a la sección *Orobus L. palustris* L. (Tosheva & Tonkov 2005).

Al igual que *L. meridensis* todas estas especies presentan granos de polen trizonocolporado, pero la forma del polen prolado en *L. meridensis* únicamente lo presenta *L. odoratus* (subprolado-prolado, EP/EE = 1,26 - 1,7) y *L. latifolius* (prolado, EP/EE = 1,37 - 1,54), ambas con valores

de la longitud del eje polar y ecuatorial significativamente menores que los de *L. meridensis*.

Lathyrus grandiflorus Sibth. et Sm., perteneciente a la Sección *Lathyrus*, cuya presencia no se ha informado para América, posee granos de polen trizonocolporado, forma prolado-subprolado (EP/EE = 1,39), poro lalongado, Eje Polar (50,60 ± 1,12 µm), Eje Ecuatorial (36,40 ± 1,27 µm), Largo del Colpo (36,48 ± 1,8 µm) y grosor de la Exina (1,14 µm) (Günes 2012); atributos y valores muy similares a los obtenidos en *L. meridensis* (CUADRO 3) del cual se diferencia por presentar Ancho del Colpo mayor (3,69 ± 0,54 µm) y un Alto (11,15 ± 0,8 µm) y Ancho del Poro (13,9 ± 1 µm) menor. Además, *L. grandiflorus* presenta apocolpium con perforaciónes y psilado; vista polar circular a triangular-obtuso-convexa, y poro con anillo.

La ornamentación del grano de polen es el atributo de mayor peso a nivel de especie (Ferguson 1985) y, en las doce especies nombradas anteriormente, puede variar de grandes retículos, reticulado, reticulado-granulado, suprareticulado a microreticulado perforado. Los granos de polen de *L. meridensis* presentan ornamentación rugulada por lo que basado en este único carácter podemos separar y considerara esta especie diferente a todas las nombradas anteriormente.

Moore *et al.* (1991), Tosheva & Tonkov (2005), Kahraman *et al.* (2012) y Günes (2012) tipifican los granos de polen según sus características cuantitativas y cualitativas en: Tipo: *Vicia cracca* L. (ejemplo: *L. montanus Bernh.*), Tipo *Vicia sylvatica* L. (ejm. *L. sylvestris* L.), Tipo *Lathyrus* (ejm. *L. pratensis* L.) y Tipo *Lathyrus filiformis* (Lam.) Gay. Las características del grano de polen de *L. meridensis*: trizonocolporado, prolado, exina 1,0 - 1,5 µm y poros bien definidos y circulares los agrupa dentro del Tipo *Lathyrus*. Sin embargo, granos de mayor tamaño (42 - 55 µm) y endoaberturas pequeñas (7 µm de diámetro u 8,57 ± 1,02 µm de ancho por 6,39 ± 1,17 µm de alto) en relación a los informados para la morfología de los granos de polen de Turquía del Tipo *Lathyrus* (Kahraman *et al.* 2012; Günes 2012), más apocolpio subpsilado y ornamentación rugulada; son atributos que pueden caracterizar otro Tipo de grano de polen, únicos para Sur América.

Los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *L. meridensis* presentan una gran heterogeneidad en cuanto a su variabilidad relativa. Presentando coeficientes de variación que entre 4%, en el caso de la longitud del eje polar, y 23 %, en el espesor de la exina. Por lo tanto, el valor diagnóstico de dichos caracteres estudiados en forma independientes es moderado.

La estructura de correlación existente entre los caracteres palinológicos resulta de interés para el desarrollo de caracteres diagnósticos. En este caso en particular, el análisis de componentes principales permitió reducir la estructura de correlación a tan sólo tres vectores propios, los cuales en conjunto recogen una porción importante de la varianza de cada una de las variables cuantitativas incluidas en el análisis. El primer componente recoge información sobre el tamaño del poro, mientras que el segundo se interpreta como el tamaño del grano de polen y el tercero describe las aberturas en la superficie del grano de polen.

Limitar la descripción a las variables que presentan un mayor peso en la estructura de los componentes principales asociados a los mayores valores propios resulta ser una estrategia interesante a la hora de reducir el esfuerzo en la toma de datos para esta especie y quizás para las especies del género. Sin embargo, la distribución Normal Multivariada es un requisito necesario en numerosos métodos multivariantes. Este requisito se alcanza luego de eliminar los valores atípicos en la muestra y efectuar la transformación de Box-Cox, con los caracteres palinológicos

longitud y ancho del colpo, eje transversal del poro y ancho del mesocolporo. Dado la alta correlación que existe entre el ancho del colpo y el eje longitudinal del poro, *r* = 0,998, cualquiera de los dos caracteres puede emplearse como parte del grupo de atributos palinológicos que presenta distribución Normal Multivariada. Estas variables parecen ser las de mayor relevancia como caracteres palinológicos cuantitativos diagnósticos para la especie, tanto para posteriores estudios en los que se desee evaluar variabilidad geográfica como para comparaciones con otras especies del género.

Los estudios de Cowan (1975) en polen del género *Eperua* Aubl. (Leguminosae), Orsini *et al.* (2006) en *Hyptis* Jacq. y *Salvia* L. (Lamiaceae), Faghir *et al.* (2015) en *Alchemilla* L. (Rosaceae), Umdale *et al.* (2017) en *Vigna* Savi (Leguminosae), Lechowicz *et al.* (2019) en *Rubus* L. (Rosaceae) y Serap *et al.* (2019) en *Komaroffia* Kuntze, *Garidella* L. y *Nigella* L. (Ranunculaceae) confirman nuestro resultado referente a que el espesor de la exina es un valor poco certero e innecesario, puesto que su grosor varía dependiendo de la forma del grano y posición que tenga el grano cuando realizamos las mediciones. Sin embargo, la ornamentación de la exina presenta un interesante valor taxonómico.

CONCLUSIONES

Los atributos cualitativos del grano de polen observados en *L. meridensis* no sólo permiten separarlos de las demás especies de *Lathyrus* foráneas, sino que además, junto a las particularidades cuantitativas, insinúan que esta especie y eventualmente las restantes oriundas de América poseen microsporas probablemente Típicas para las especies americanas de este género.

El análisis de componentes principales (ACP) permite reducir la estructura de la matriz de covarianza a tres vectores propios, recogiendo el 68,75 % de la varianza total. Con estos tres componentes principales se puede describir el tamaño del poro y del grano de polen, así como las aberturas en la superficie del mismo. Los atributos palinológicos cuantitativos de mayor interés como caracteres diagnósticos son el alto y ancho del colpo, el eje longitudinal y transversal del poro y el ancho del mesocolporo, los cuales en conjunto describen parcialmente los tres componentes principales de mayor peso, interpretados como tamaño del grano de polen y de las aberturas en la superficie del grano de polen. El espesor de la exina no es una medida útil para caracterizar cuantitativamente al grano de polen de *L. meridensis* debido a los problemas en su medida. El único atributo de valor taxonómico que posee la exina es la ornamentación.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA) por el financiamiento con el proyecto # C-1828-13-01-B. "Palinología de *Lathyrus meridensis* Pittier".

Al Laboratorio de Investigaciones Parasitológicas "José Francisco Torrealba" de la Facultad de Ciencias, Departamento de Biología de la Universidad de Los Andes. A las Doctoras Gladys Crisante y Agustina Rojas por su atenta disposición en el asesoramiento para el uso de los equipos óptico.

Al Laboratorio de Análisis Químico y Estructural de Materiales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes (LAQUEM-ULA). Al técnico Gustavo Fernández por el asesoramiento en el uso del Microscopio Electrónico de Barrido.

A los curadores y directores de los Herbarios VEN, MER y MERF.

Jorge Luis García González por aporte en el diseño y estructuración de la ubicación de las láminas.

A los evaluadores de la Revista Pittieria, cuyas observaciones y sugerencias mejoraron significativamente la calidad del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCENSÃO, L., A F RANCISCO, H. COTRIM & M. S. PAIS. 2005. Comparative structure of the labellum in *Ophrys fusca* and *O. lutea* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 92(7): 1059-1067.

ASMUSSEN, C. & A. LISTON. 1998. Chloroplast DNA character, phylogeny and classification of *Lathyrus* (Fabaceae). *American Journal of Botany* 85: 387-401.

AVILA SANTA CRUZ, R. C. 2009. Flora palinológica de Guatemala: Leguminosas. Universidad de San Carlos de Guatemala Dirección General de Investigación Programa Universitario de Investigación de Recursos Naturales y Ambiente - Puirna Informe final. 106 p.

AYTUG, B. 1959. Role of Palynology in Taxonomy and Classification. *Journal Forestry Faculty İstanbul University* (B 9): 118-125.

BARTH, O. M & T. S. MELHEM. 1988. *Glossário ilustrado de Palinología Campinas*. Editora da UNICAMP. 75 p.

BÄSSLER, M. 1980. Revisión von *Lathyrus* L. sect. *Lathyrostylis* (Griseb.) Bässler (Fabaceae). *Feddes Report*. 90: 210-241.

BALZARINI M., C. BRUNO, M. CÓRDOBA & I. TEICH. 2015. *Herramientas en el análisis estadístico multivariado*. Escuela Virtual Internacional CAVILA. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. 200 p.

BRICEÑO, B. & G. MORILLO. 2002. Catálogo abreviado de las plantas con flores de los páramos de Venezuela. Parte I. Dicotiledóneas (Magnoliopsidas). *Acta Botanical Venezuelica* 25 (1): 1-46.

BRITTON, N. L. & H. A. BROWN. 1913. *An illustrated Flora of the Northern United States and Canada*. Vol. 2. Dover Publications, INC., New York. 735 p.

BURKART, A. 1952. *Las leguminosas Argentinas. Silvestres y cultivadas*. ACME Agency, Soc. de Resp. Ltda, Suipacha 58. Buenos Aires. Argentina. 569 p.

BURKART, A. 1966. Nota sobre las especies Argentinas de *Vicia* (Leguminosae) del área mesopotámico-pampaena. *Darwiniana* 14: 161-193.

BURNHAM, R. J. & A. GRAHAM. 1999. The history of Neotropical vegetation: new developments and status. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86: 546-589.

BUSSI, J., G. MARÍ & F. MÉNDEZ. 2014. Componentes principales robustas: una aplicación a localidades de la provincia de Santa Fe. Decimoctavas Jornadas “Investigaciones en la Facultad” de Ciencias Económicas y Estadística. Universidad Nacional de Rosario. Argentina. 23 p.

COWAN, R. 1975. A monograph of the genus *Eperua* (Leguminosae: Caesalpinioidiae). *Smithsonian Contribution to Botany* 28: 1-45.

DAVIS, P. H., R. R. MILL & T. KIT. 1988. *Flora of Turkey and East Aegean Island 10*. Edinburgh University Press, Edinburg. 580 p.

DE LEONARDIS, W. & A. ZIZZA. 1994. Fragmenta palynologica (II) 11. Palynological study of endemic taxa from Sicily and central-southern Italy. *Acta Botánica Malacitana* 19: 217-229.

EL-SAYED, S. M., M. EL-SAYED TANTAWY, A. GHAREEBIBRAHIM & A. A. ELAZIZ-SHEEKH. 2010. Pollen Morphology of some species of Subfamily Papilionoideae. Proceeding of Fifth Scientific Environmental Conference. *Zagazig University* 1: 71-86.

ERDTMAN, G. 1986. *Pollen morphology and taxonomy. Angiosperms*. New York: Heffner Publ. Co. New York. 553 pp.

FAGHIR, M. B., F. ATTAR, R. S. SHAVVON & A. MEHRMANESH. 2015. Pollen morphology of the genus *Alchemilla* L. (Rosaceae) in Iran. *Turkish Journal of Botany* 39: 267-279.

FERGUNSON, I. K. 1985. The role of pollen morphology in plant systematic. *Anales de la Asociación de Palinólogos de la Lengua Española* 2: 5-18.

FORCONE, A., J. GARCÍA & G. AYESTERÁN. 2006. Polen de las mieles de la Patagonia Andina (Chubut-Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 41(1-2): 235-253.

GARCÍA BARRIGA, H. & E. FORERO GONZÁLEZ. 1968. Las Leguminosas: Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Papilionaceae. In: *Catálogo ilustrado de las plantas de Cundinamarca*. Vol 3. *Lathyrus* L. (García-Barriga, H. & E. Forero, eds.), pp. 96. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

GÜNES, F. & A. CIRPICI. 1998. Pollen morphology of some *Lathyrus* species (*L. undulatus* Boiss., *L. sylvestris* L., *L. ochrus* (L.) DC) of Istanbul area. Proceedings of the Symposium on *Quercus vulcanica* and Flora of Turkey, Çantay Kitapevi, Laleli-Istanbul. 431-440 p.

GÜNES F. & A. CIRPICI. 2010. Pollen morphology of the genus *Lathyrus* (Fabaceae) section *Cicercula* in Thrace (European Turkey). *Acta Botanica Croatica* 69(1): 83-92.

GÜNES, F. 2011. The pollen morphology of some *Lathyrus* Spp (Fabaceae) taxa from Turkey. *International Journal of Agriculture and Biology*. 13(3): 301-308.

GÜNES, F. 2012. Pollen morphology of *Lathyrus* (Leguminosae) taxa belonging to *Lathyrus, Orobastrum* and *Cicercula* sections from Turkey. *Plant Systematics and Evolution* 298(9): 1777-1794.

GUNN, C.R. 1969. Genera, types and lectotypes in the tribe Vicieae (Leguminosae). *Taxon* 18: 725-733.

HEYWOOD, V. H. 1978: *Flowering plants of the world*. Oxford Univ. Press, Oxford. 335 p.

HOCKCHE, O., BERRY, P. & O. HUBER. 2008. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánica de Venezuela, Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela. 859 p.

ILDIS. 2010. International Legume Database and Informations Service World database of legume. ILDIS, Southampton, UK. http://www.ildis.org/ (Oct.05, 2019).

INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX QUERY. 2019. http://www.ipni.org/ipni/idPlantNameSearch/ (Dic.03, 2019).

JIMÉNEZ-B., L. C. 1996. Atlas palinológicos de la Amazonia Colombiana I. Familias Caesalpiniaceae, Fabacea y Mimosaceae. *Caldasia* 18(3): 295-327.

KAHRAMAN, A., ÇILDIR, H., DOĞAN, M., GÜNES, F. & F. CELEP. 2012. Pollen morphology of *Lathyrus* taxa (Fabaceae) and its systematic implications. *Australian Journal of Crop Science* 6(2): 223-226.

KASSAMBARA, A. & F. MUNDT. 2020. Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.7 https://CRAN.R-project.org/package=factoextra.

KENICER G., KAJITA T., PENNINGTON R. & J. MURATA. 2005. Systematics and biogeography of *Lathyrus* (Leguminosae) based on internal transcribed spacer and cpDNA sequence data. *American Journal of Botany* 92: 1199-1209.

KENICER, G. 2008. An introduction to the genus *Lathyrus* L. *Curtis's Botanical Magazine* 25(4): 286-295.

KOENEN, E. J. M., D. I. OJEDA, R. STEEVES, J. MIGLIORE, F. T. BAKKER, J. J. WIERINGA, K. KIDNER, O. J. HARDY, R. T. PENNINGTON, A. BRUNEAU. & C. E. HUGHES. 2020. Large-scale genomic sequence data resolve the deepest divergences in the legume phylogeny and support a near simultaneous evolutionary origin of all six subfamilies. *New Phytologist* 225: 1355-1369.

KORKMAZ S, D. GOKSULUK & G. ZARARSIZ. 2014. MVN: An R Package for Assessing Multivariate Normality. *The R Journal* 6(2): 151-162.

KUPICHA, F. K. 1981. Proceedings of International Legume Conference. In: *Advances in Legume Systematics*. Volumen 2. Vicieae (R.M. Polhill & P.M. Raven, eds.), pp. 377-381. Royal Botanic Gardens, Kew.

KUPICHA, F. K. 1983. The infrageneric structure of *Lathyrus. Notes from the Royal Botanic Garden Edinburg* 41: 209-244.

LE, S., J. JOSSE & F. HUSSON. 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software* 25(1): 1-18.

LECHOWICZ, K., D. WROŃSKA-PILAREK, J. BOCIANOWSKI & T. MALIŃSKI. 2019. Pollen morphology of Polish species from the genus *Rubus* L. (Rosaceae) and its systematic importance. *PLoSONE* 15(5): e0221607. https://doi.org/10.1371/journal.pone.022160

LEWIS, G.M., SCHRIRE, B., MACKINDER, B. & M. LOCK. 2005. *Legumes of the world*, Kew Press, London. 592 p.

LLAMBÍ, L. D., M. FARIÑAS, J.K. SMITH, S.M. CASTAÑEDA & B. BRICEÑO. 2014. Proyecto Páramo Andino. In: Estado del Conocimiento y la Conservación en los Páramos Andinos. Diversidad de la vegetación en dos páramos de Venezuela: un enfoque multiescalar con fines de conservación (Cuesta, F., J. Sevink, L.D. Llambí, G. Maldonado & B. De Bievre eds.) pp. 1-10. (PNUMA-GEF-CONDESAN), Quito, Ecuador.

LUTEYN, J. L. 1999. Paramos, a checklist of plant diversity, geographical distribution and botanical 19 literature. *Memoirs of New York Botanical Garden* 84 (viii-xv): 1-278.

MACBRIDE, J. F. 1943. Leguminosae-Papilionaceae. Flora of Perú. Field Museum of Natural History, *Botany* 13(III, I): 355-358.

MAMBRÍN, M. V., M. M. AVANZA. & M. S. FERRUCCI. 2010. Análisis Morfológico y Morfométrico del Polen de Corchorus, Heliocarpus, Luehea, Mollia y Triumfetta (Malvaceae, Grewioideae) en la Región Austral de América del Sur. *Darwiniana* 48(1): 45-58.

MARTIUS, C. F. P. 1862. *Flora Brasiliensis. Papilionaceae* 15(I). Verlag. Alemania. 350 p.

MOORE, P. & J. A. WEBB. 1978. *An illustrated guide to pollen analysis*. London. Hodder and Stroughton. 216 p.

MOORE, P., J. A. WEBB. & A. COLLINSON. 1991. *Pollen analysis*. Blackwell Science Publication, London. 216 p.

ORSINI, G., M. RINALDI & D. VELÁZQUEZ. 2006. Estudio Palinológico de los Géneros *Hyptis* y *Salvia* (Lamiaceae) en el Parque Nacional "El Ávila", Venezuela. *Ernstia* 16(1): 1-30.

PLA, L. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Serie de matemática. Monografía n° 27. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, DC. 94 p.

POLHILL, R.M. 1981. Proceedings of International Legume Conference. In: *Advances in Legume Systematics. Papilionoideae* (Polhill, R.M. & P.H. Raven eds.), pp.191-208. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, UK.

PUNT, W., S. BLACKMORE, S. NILSSON & L. E. THOMAS. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1-81.

R CORE TEAM. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

ROMERO, C., L. K. RUIZ & E. FORERO. 2007. Estudio en leguminosas colombianas. *Actualidad Biológica* 29 (Supl. 1): 1-321.

ROSSOW, R. 1982. Notas sobre el género *Lathyrus (*Leguminosae). *Darwiniana* 24 (1-4): 489-495.

SAPRA, S. K. 2010. Robust vs. classical principal component analysis in the presence of outliers, *Applied Economics Letters* 17(6): 519-523

SÁENZ DE RIVAS., C. 1978. *Polen y espora. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico*. H. Blume Ediciones. Madrid. 219 p.

SENN, H. A. 1938. Experimental data for the revision of the genus *Lathyrus* Linn. *American Journal of Botany* 25: 67-78.

SERAP, I., E. O. DÖNMEZ, Z. U. AYDIN & A. A. DÖNMEZ. 2019. Pollen Morphology in the Tribe Nigelleae (Ranunculaceae): a Worldwide Palynological Investigation into the Species. *Acta Biologica Cracoviensia* 61(1): 93-102.

SKLENÁŘ, P., J. LUTEYN, C. ULLOA, M. JØRGENSEN & M. DILLON. 2005. Flora genérica de los Páramos. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 92: 1-499.

SOKAL, R. & F. ROHLF. 2012. *Biometry: the principles and practice of statics in biological research*. W. H. Freeman and Company., New York. 937 p.

THIERS, B. 2011. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden´s Virtual Herbarium. http://sweetgum.nybg.org/ih/ (Dic. 03, 2019)

TOSHEVA, A. & S. TONKOV. 2005. Pollen morphology of Bulgarian species from the section *Orobus* (L.) Gren.et Godr. (genusLathyrus, Fabaceae). *Acta Botanica Croatica* 64: 275–287.

TOSHEVA, A., S. TONKOV & N. DIMITROV. 2004. Pollen morphology of Bulgarian species from the section *Lathyrus* (Lathyrus, Fabaceae). *Phytol Balcanica* 9: 529-536.

TROPICOS. 2019. Missouri Botanical Garden. http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html. (Dic.03, 2019)

UMDALE S. D., M. M. AITAWADE, N. B. GAIKWAD, L. MADHAVAN, S. R. YADAV, S. R. RAO & K. V. BHAT. 2017. Pollen morphology of Asian *Vigna* species (genus *Vigna*; subgenus *Ceratotropis*) from India and its taxonomic implications. *Turk J Bot* 41: 75-87.

VILLANUEVA A., U. 2008. Elaboración de una colección palinológica de referencia de la vegetación de la Comarca del Jiloca (Teruel). *Xiloca* 36: 97-130.

WICKHAM, H. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. 260 p.